JP9130322
PUB DATE: 1997-05-16
APPLICANT: KOKUSAI ELECTRIC CO LTD + (KOKUSAI ELECTRIC CO LTD)

HAS ATTACHED HERETO A MACHINE TRANSLATION

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication 09-130322

SP Number : B0008P1196

(English Documments Translated by Translation Software)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-130322

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl. H04B 7/26

H04B 5/00

H04B 10/22

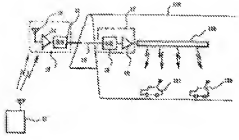
H04B 10/00

(21)Application number : 07-285869 (71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 02.11.1995 (72)Inventor : IMASHIYOU YOSHIHIRO

(54) RELAY AMPLIFICATION SYSTEM FOR VEHICULAR COMMUNICATION

(57)Abstract:



PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate mutual disadvantages like that the attenuation amount of signals is large in a leakage coaxial system and the service area of a blind section can not be widened in an optical transmission system.

SOLUTION: A ground repeater station 12 is installed inside the service area of a vehicular communication base station 11 and high frequency electric signals received by a reception antenna 13 are amplified 14 and converted into optical signals by an analog optical modulator 15. A blind place repeater station 17 is installed inside a tunnel 113 and the optical signals are transmitted by an optical fiber 16. The transmitted optical signals are converted to the high frequency electric signals in an analog optical demodulator 18 and amplified 19. A leakage coaxial cable 110 laid inside the tunnel is connected to the blind place repeater station 17 and thus, radio connection with mobile stations 111 and 112 is performed.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A relay amplification system for performing bidirectional radio of a mobile station which exists in a shadow section at which an electric wave of said mobile communication base station cannot arrive easily, and said mobile communication base station, being in a service area of a mobile communication base station characterized by comprising the following.

A ground relay station which is installed in a good point of a state of an electric wave from said mobile communication base station, and performs wireless connection with said mobile communication base station and which has an antenna, a sending and receiving amplifier, and analog light modulator and demodulator.

1 which has analog light modulator and demodulator connected in an optical fiber transmission line which transmits a lightwave signal by which was installed in said shadow section and the analog light strange recovery was carried out with said ground relay station, and a sending and receiving amplifier, or two or more shadow-section relay stations.

A disclosure coaxial track for being connected to this shadow-section relay station, and performing wireless connection between this shadow-section relay station and a mobile station which exists in a shadow section.

[Claim 2]A relay amplification system for performing radio of an one way from said mobile communication base station to a mobile station which exists in a shadow section at which an electric wave of said mobile communication base station cannot arrive easily, being in a service area of a mobile communication base station characterized by comprising the following.

A ground relay station which is installed in a good point of a state of an electric wave from said mobile communication base station, and performs wireless connection with said mobile communication base station and which has an antenna, a head amplifier, and an analog optical modulator.

1 which has analog light demodulator connected in an optical fiber transmission line which transmits a lightwave signal by which was installed in said shadow section and

analog light modulation was carried out to said ground relay station, and a transmission amplifier, or two or more shadow-section relay stations.
A disclosure coaxial track for being connected to this shadow-section relay station, and performing wireless connection of a between [this shadow-section relay station and mobile stations which exist in a shadow section].

[Claim 3]An optical fiber transmission line which connects two or more said shadow-section relay stations and a ground relay station, The relay amplification system for mobile communications according to claim 1 or 2 being a star type optical transmission line which branches by an one-pair multi-light star coupler to each shadow-section relay station which carried out distributed installation into a shadow section.
[Claim 4]An optical fiber transmission line which connects two or more said shadow-section relay stations and a ground relay station, The relay amplification system for mobile communications according to claim 1 or 2 being a single fiber multi-branch-type optical transmission line which performs light branching and unification with 1 to 2 light branching and a unification machine in a shadow section near the setting position of each shadow-section relay station which carried out distributed installation.
[Claim 5]An optical fiber transmission line which connects two or more said shadow-section relay stations and a ground relay station, The relay amplification system for mobile communications according to claim 1 or 2 being the combination of a star type optical transmission line by an one-pair multi-light star coupler, and a single fiber multi-branch-type optical transmission line with 1 to 2 light branching and a unification machine.
[Claim 6]The relay amplification system for mobile communications according to claim 1, wherein a mobile communication base station is a wireless base station.
[Claim 7]The relay amplification system for mobile communications according to claim 2, wherein a mobile communication base station is a radio calling base station.
[Claim 8]It is a relay amplification system for performing bidirectional radio of

a mobile station which exists in a shadow section at which an electric wave of said mobile communication base station cannot arrive easily, and said mobile communication base station, being in a service area of a mobile communication base station, A ground relay station which is installed in a good point of a state of an electric wave from said mobile communication base station, and performs wireless connection with said mobile communication base station and which has an antenna, an antenna shared device, a sending and receiving amplifier, and analog light modulator and demodulator, Analog light modulator and demodulator connected in an optical fiber transmission line which transmits a lightwave signal by which was installed in said shadow section and the analog light strange recovery was carried out with said ground relay station, A relay amplification system for mobile communications characterized by consisting of a disclosure coaxial track for performing wireless connection between this shadow-section relay station and a mobile station which exists in a shadow section by being connected to 1 which has a sending and receiving amplifier and a disclosure coaxial track common machine or two or more shadow-section relay stations, and this shadow-section relay station.

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the relay amplification system for mobile communications.

It is related with the relay amplification system for mobile communications which enables reservation of the radio between the mobile station and mobile communication base station which exist in the shadow section at which the electric wave used for mobile communications cannot arrive easily.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the car telephone, the portable telephone system, and the radio calling system, wireless connection of between mobile communication base stations is carried out, and the mobile communication base station is connected to the line network of a higher rank. If an automobile cellular phone is made into an example, in this mobile communication base station, cover area has a several to about about ten-km area from a viewpoint of improvement in frequency utilization efficiency. In order to secure a larger service area, this mobile communication base station is made into one unit, and the cellular communication system arranged like a cell is used. [many] Although a large area is covered and good radio can be performed in the outdoor ground in such a system, Even if it is in the cover area of a mobile communication base station, since an electric wave cannot reach easily, unless it lectures on a certain auxiliary means, radio with the mobile station which exists in these cannot be performed on a tunnel, an underground center, and a building basement. The equipment called a relay booster is used as this auxiliary means.

[0003]Now, a relay booster is roughly divided and has two kinds, a disclosure coaxial cable system and an optical transmission system. The system outline of a disclosure coaxial cable system is shown in drawing 6. Here, it limits only to the transmission direction which makes application to a tunnel an example, and goes to the tunnel

internal transmigration office of a shadow section from a mobile communication base station since it is easy, and explains. It reradiates as an electric wave and communication with the mobile station 63 is secured from the leakage coaxial cables 66 which caught the electric wave from the mobile communication base station 65 with the antenna 61 installed in the good point of the radio wave state outside a tunnel, amplified the electric wave with the amplifier 62, and were installed in the tunnel.

[0004]Although it is a system for which it is suitable like the tunnel 67 in this system when the service area needed in a shadow section is on a line, the magnitude of attenuation is large. That is, generally, by a leakage-coaxial-cables system, although between the amplifiers 62 is connected with the antenna 61 with the coaxial cable 64, when the distance of the antenna 61 and the amplifier 62 separates in this case, attenuation of the coaxial cable 64 poses a problem. Especially frequency assigned to mobile communications in recent years is high-frequency-ized.

For example, with a digital cellular phone, 1.9 GHz bands are increasingly used with 1.5 GHz bands and a simple cellular phone (PHS).

thus -- high frequency -- the magnitude of attenuation of the coaxial cable 64 -- further -- **** -- it hears -- it becomes. When introducing such a situation into the underground center of a big city, for example, the antenna 61 is installed in the building roof and a case so that it is necessary to take about the coaxial cable 64 from there to underground corresponds. In order to avoid attenuation of the above-mentioned coaxial cable 64, the coaxial cable of a large caliber must be used, and a problem arises in the ease of laying work. The leakage coaxial cables itself have the ease of laying work as a problem.

[0005]There is JP,H7-63157,B as a well-known example about this disclosure coaxial cable system. This is used for radio service of train radio, radio calling, etc.

[0006]On the other hand, the system outline of an optical transmission system is shown in drawing 7. With the analog optical modulator 72, the electric wave caught with the antenna 71 is changed into a lightwave signal, and this system transmits it by the optical fiber 73. It is a system which changes this into an electrical signal from a lightwave signal by the analog light demodulator 74, is amplified with the

amplifier 79, and is reradiated to a shadow section with the reradiation antenna 75. Since the electric wave range of access of the reradiation antenna 75 of the blind zone relay station 76 becomes comparatively narrow from restriction of the high frequency output by a statute etc., etc. in this system in many cases, Two or more blind zone relay stations 76 are installed, and the optical power of the ground relay station 77 is distributed by one-pair Oshi's optical star coupler 78 to these in many cases.

[0007]In this system, it is thin and flexible, and since the magnitude of attenuation per 1 km of transmission distance uses the optical fiber 73 as low-loss as 0.5 dB or less as a transmission line, while the fault of disclosure coaxial cable systems, such as transmission distance and laying work ease, is conquerable, it also has a fault which is described below. That is, since the electric wave from the blind zone relay station 76 is emitted to spot form, in order to secure the service area on a line like a tunnel and an underground passage, the direction of a disclosure coaxial cable system may be suitable. Since the demand characteristics of the semiconductor laser used as a light source and modulator of the analog optical modulator 72 in order to secure the quality of the electric wave reradiated in order to use an analog optical transmission system as an optical transmission system are severe, a consequential very expensive semiconductor laser must be used.

[0008]as the well-known example about an optical transmission system -- Suganuma others -- there are a :"tunnel booster for 1.5-GHz digital mobile communications" NTT DoCoMo technical journal, vol.2, and No.2 (1994).

[0009]

[Problem to be solved by the invention]As mentioned above, by the disclosure coaxial cable system, the length of the coaxial cable from a ground antenna to underground becomes long, the magnitude of attenuation increases, and if a large caliber coaxial cable is used, there is a fault for which laying work becomes less easy. In an optical transmission system, there is a fault in which an electric wave is emitted to spot form.

[0010]The purpose of this invention is in offer of the relay amplification system

for mobile communications with which the fault of said two systems is mutually suppliable.

[0011]

[Means for solving problem]The ground relay station which has the antenna and sending and receiving amplifier which the aforementioned purpose is installed in the good point of the state of the electric wave from a mobile communication base station, and perform wireless connection with said mobile communication base station, and analog light modulator and demodulator, 1 which has the analog light modulator and demodulator connected in the optical fiber transmission line which transmits the lightwave signal by which was installed in the shadow section and the analog light strange recovery was carried out with said ground relay station, and a sending and receiving amplifier, or two or more shadow-section relay stations, It is connected to this shadow-section relay station, and is attained by the relay amplification system for mobile communications which realizes bidirectional transmission which consists of a disclosure coaxial track which performs wireless connection between this shadow-section relay station and the mobile station which exists in a shadow section.

[0012]A ground relay station which has an antenna and a head amplifier which the aforementioned purpose is installed in a good point of a state of an electric wave from a mobile communication base station, and perform wireless connection with said mobile communication base station, and an analog optical modulator, 1 which has analog light demodulator connected in an optical fiber transmission line which transmits a lightwave signal by which was installed in a shadow section and analog light modulation was carried out to said ground relay station, and a transmission amplifier, or two or more shadow-section relay stations, It is connected to this shadow-section relay station, and is attained by relay amplification system for mobile communications which realizes simplex transmission which consists of a disclosure coaxial track which performs wireless connection between this shadow-section relay station and a mobile station which exists in a shadow section.

[0013]According to the aforementioned means, in the case of simplex transmission,

reception of an electric wave without a loss is performed by ground relay station installed in a good point of a radio wave state from a mobile communication base station. A high frequency electric signal received by antenna is amplified with an amplifier, and is modulated by lightwave signal with an analog optical modulator. An acquired lightwave signal is transmitted to a shadow-section relay station without attenuation by an optical fiber. A shadow-section relay station restores to a transmitted lightwave signal to a high frequency electric signal by analog light demodulator, and sends it out to a disclosure coaxial track which was amplified with an amplifier and constructed to a shadow section, and wireless connection with a mobile station of an area along the track is realized.

[0014]When performing bidirectional transmission between a mobile communication base station and a mobile station, in addition to the aforementioned simplex transmission, an electric wave taken out from a mobile station of a shadow section is received in a disclosure coaxial track, a received high frequency electric signal is amplified in a shadow-section relay station, and it becomes irregular to a lightwave signal with an analog optical modulator. The lightwave signal is transmitted to a ground relay station by an optical fiber, and it restores to it to a high frequency electric signal by analog light demodulator of a ground relay station. After a high frequency electric signal to which it restored is amplified with an amplifier, with an antenna, wireless connection of it is carried out to a mobile communication base station, and, thereby, bidirectional transmission realizes it.

[0015]

[Mode for carrying out the invention]With reference to Drawings, an embodiment of this invention is described below. Drawing 1 is an explanatory view showing fundamental composition of this invention. In this explanatory view, inside of the tunnel 113 is assumed as a shadow section which exists in a service area of the mobile communication base station 11. The ground relay station 12 is installed in a good point of a radio wave state outside a tunnel, and changes an electric wave from the mobile communication base station 11 into a high frequency electric signal with the receiving antenna 13. The electrical signal is amplified to electric power which was

suitable for analog light modulation with the amplifier 14, and it is changed into an analog lightwave signal with the analog optical modulator 15.

[0016]Generally as a modulation method of analog light modulation, the intensity modulation system of a semiconductor laser is used directly. Usually, the subcarrier multiplex analog optical transmission system which has discharged two or more electric waves from which frequency differs, bundles this up, and performs analog light modulation is used for the electric wave which a mobile communication base station discharges.

[0017]After transmitting the lightwave signal acquired by this analog light demodulator 15 by the optical fiber 16, changing into a high frequency electric signal by the analog light demodulator 18 in the blind zone relay station 17 and amplifying with the retransmission-of-message amplifier 19, it sends out to the leakage coaxial cables 110, and wireless connection with the mobile station 111 and 112 grades is realized. This example shows transmission of the one way from a mobile communication base station to a mobile station.

[0018]The example of the system configuration in the case of performing bidirectional transmission between the mobile communication base station 200 and the mobile stations 213, 214, such as a cellular phone, is shown in drawing 2. The ground relay station 201 comprises the transmitting antennas 21, the received high frequency signal amplifier 22, the analog optical modulator 23, the analog light demodulator 24, the transmission amplifier 25 for a mobile communication base station, and the antenna shared device 26. As for the analog optical modulator 23 of the ground relay station 201, the analog light demodulator 24 of the ground relay station 201 is connected with the analog light demodulator 28 of the blind zone relay station 202 by the optical fiber 29 by the optical fiber 27 again the analog optical modulator 210 of the blind zone relay station 202, and mutual.

[0019]The amplifier 212 which sends out a high frequency electric signal which recovered the blind zone relay station 202 from a lightwave signal by the analog light demodulator 28 besides the analog light demodulator 28 and the analog optical modulator 210 to the leakage coaxial cables 211, It consists of the common machine

215 for using for transceiver coincidence the mobile station 213 transmitted by the leakage coaxial cables 211, the amplifier 216 which amplifies a high frequency electric signal from 214 grades, and is sent out to the analog optical modulator 210, and the leakage coaxial cables 211.

[0020]The above two examples express an underlying concept of this invention, and show only the minimum element required to explain fundamental composition which constitutes this invention. For example, in order to avoid radiation to a shadow section of an electric wave besides the purpose caught with an antenna of a ground relay station, it cannot be overemphasized that a band-pass filter etc. may be inserted if needed.

[0021]Below, drawing 3 explains construction of a system in case two or more blind zone relay stations exist. Drawing 3 is the simplex transmission type described by drawing 1, in order to avoid complicatedness, and when two or more blind zone relay stations exist, it is limited and explained.

[0022]drawing 3 is an example in a case of installing leakage coaxial cables in the four directions from a crossing bearing in mind a case where an underground center intersects cross shape -- the four leakage coaxial cables 301, 302, 303, and 304 -- it is alike, respectively and the blind zone relay stations 31, 32, 33, and 34 are connected. In order for what is necessary to be just to distribute an electric wave which a mobile communication base station emits to each blind zone relay station in the case of a relay amplification system, it is the composition which distributes optical power from the ground relay station 35 by the 1 to 4 light star coupler 36. This is an effective constitution method, when a shadow section spreads in surface state to some extent. It cannot be overemphasized that a distribution number of the optical star coupler 36 should respond to the number of blind zone relay stations needed.

[0023]Linear service areas, such as a very long tunnel, are required for drawing 4, and one leakage coaxial cables show an example carried out bearing in mind a case so that an area cannot be covered by attenuation. The one optical fiber 49 is constructed from the ground relay station 41, and a single fiber multi-branch-type

optical transmission line which branches a lightwave signal by the light branching machines 42 and 43 and 44 grades in that neighborhood to two or more blind zone relay stations 45 and 46 which carried out distributed installation, and 47 grades constitutes a system from this optical fiber. About the setting method of a light branching ratio of a light branching machine for using a single fiber multi-branch-type optical transmission line as transmission-line composition of analog optical fiber transmission for mobile communications, etc., For example, Tarusawa Other "single fiber multi-branch-type fiber link for mobile communications which applied automatic wavelength offset control", It gets down with an upstream, and one optical fiber is used for a single fiber multi-beam branch fiber link for a circuit, respectively, and it carries out subordinate connection of the base station (blind zone relay station) as explained to Proceedings of Workshop of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers RCS94-70 (September, 1994). It gets down, and a circuit gets down, changes a signal into a light intensity transform signal using a laser diode (LD), and transmits it by an optical fiber for going down. Each blind zone relay station is an optical coupler, and it branches, and gets down that it is also at a faute diode (PD) from this optical-intensity-modulation signal, and it restores to it to a signal.

[0024]An upstream is each blind zone relay station, changes a radio signal into an optical-intensity-modulation signal by LD, and combines this lightwave signal with the optical fiber for going up with an optical coupler. The signal on the optical fiber for this going up turns into a composite signal of the optical-intensity-modulation signal from each blind zone relay station, and carries out the package recovery of this signal by PD by the side of a control station (ground relay station).

[0025]It gets down, and in order that the characteristic of a circuit may make equal the radio signal level to which it restored by PD of each blind zone relay station, it is determined that the coupling coefficient of the optical coupler of each blind zone relay station will make PD euphotic level equal. If the loss of an optical fiber is made into K_L, in order to make equal euphotic level P_r in each blind zone relay

station, coupling coefficient K_i of the optical coupler of the i-th blind zone relay station is set to several 1.

[0026]

[Mathematical formula 1]

〔数1〕

$$K_i = \frac{K^{i-2}}{\sum_{i=i}^{i-2} K_L^i + 2}$$

[0027]However, i is three or more. Coupling coefficient K_N of the optical coupler nearest to a ground relay station is set to several 2.

[0028]

[Mathematical formula 2]

〔数2〕

$$K_N = \frac{K_L^{N-2}}{\sum_{i=1}^{N-2} K_L^i + 2}$$

[0029]If the luminescence level of ground relay station LD is made into P_S, euphotic level P_r in a blind zone relay station will be set to several 3.

[0030]

[Mathematical formula 3]

〔数3〕

$$P_r = \frac{K_L^{N-1}}{\sum_{i=i}^{N-2} K_L^i + 2} \cdot P_S$$

[0031]The euphotic level by the side of a ground relay station gets down, and the coupling coefficient of the optical coupler in an upstream can design it like a circuit.

[0032]Drawing 5 is the example which constituted the composition of the optical fiber transmission line combining the star type by an optical star coupler, and single fiber many branch-types with a light branching machine. The optical star coupler 52 distributes the optical power of the ground relay station 51 to the optical fiber

53, a lightwave signal is branched with the light branching machine 54 in each optical fiber, a lightwave signal is transmitted to the blind zone relay station 55, and an electric wave is emitted from the leakage coaxial cables 56.

[0033]The lightwave signal from each blind zone relay station is joined, and an optical unification machine is used for transmitting to one optical fiber.

[0034]

[Effect of the Invention]According to this invention, there is little attenuation of a signal without ** about the mutual fault of a disclosure coaxial cable system and an optical transmission system, and the relay amplification system for mobile communications which can extend the service area of a shadow section easily can be provided.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a system configuration figure of the simplex transmission of one embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a system configuration figure of the bidirectional transmission of other embodiments of this invention.

[Drawing 3]It is the block diagram using the star type transmission line as an optical transmission line of other embodiments of this invention.

[Drawing 4]It is the block diagram using the single fiber multi-branch-type optical transmission line as an optical transmission line of other embodiments of this invention.

[Drawing 5]It is a block diagram using the optical transmission line which combined a star type and single fiber many branch-types as an optical transmission line of other embodiments of this invention.

[Drawing 6]It is a key map of the disclosure coaxial cable system of conventional technology.

[Drawing 7]It is a key map of the optical transmission system of conventional technology.

[Explanations of letters or numerals]

11 -- A mobile communication base station, 12 -- A ground relay station, 13 -- Receiving antenna, 14 [-- Blind zone relay station,] -- An amplifier, 15 -- An analog optical modulator, 16 -- An optical fiber, 17 18 -- Analog light demodulator, 19 -- An amplifier, 110 -- Leakage coaxial cables, 111,112 -- A mobile station, 113 -- A tunnel, 200 -- Mobile communication base station, 201 -- A ground relay station, 21 -- An antenna, 22, 25,212,216 -- Amplifier, 23,210 -- An analog optical modulator, 24, 28 -- Analog light demodulator, 26,215 -- A common machine, 211 -- Leakage coaxial cables, 213,214 -- Mobile station, 31, 32, 33, 34 -- A blind zone relay station, 301,302,303,304 -- Leakage coaxial cables, 35 [-- Ground relay station,] -- A ground relay station, 36 -- An optical star coupler, 37 -- An optical fiber, 41 42, 43, 44 [-- An optical fiber, 51 / -- A ground relay station 52 / -- An optical star coupler 53 / -- An optical fiber, 54 / -- A light branching machine 55 / -- A blind zone relay station 56 / -- Leakage coaxial cables.] -- A light branching machine, 45, 46, 47 -- A blind zone relay station, 48 -- Leakage coaxial cables, 49

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

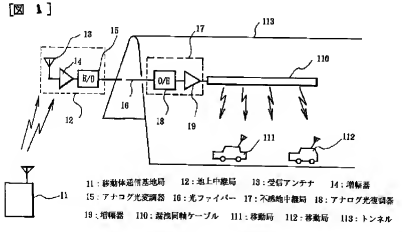
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

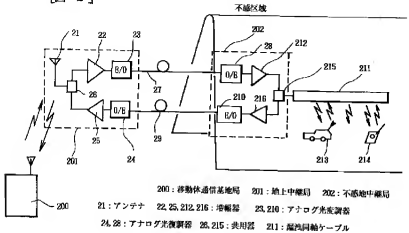
[Drawing 1]



11：移動体通信基地局　12：地上中継局　13：受信アンテナ　14：増幅器
15：アナログ光変調器　16：光ファイバー　17：不感地帯対策局　18：アナログ光復調器
19：増幅器　110：漏洩同軸ケーブル　111：移動局　112：移動局　113：トンネル

[Drawing 2]

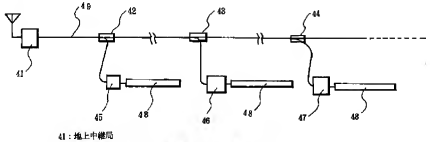
[図 2]



200：移動体通信基地局　201：地上中継局　202：不感地中継局
21：アンテナ　22, 25, 212, 216：増幅器　23, 210：アナログ光変調器
24, 28：アナログ光復調器　26, 215：共用器　211：漏洩同軸ケーブル
213, 214：移動局

[Drawing 4]

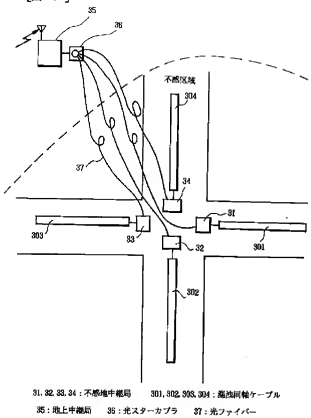
[図 4]



41：地上中継局
42, 43, 44：光分岐器　45, 46, 47：不感地中継局　48：漏洩同軸ケーブル
49：光ファイバー

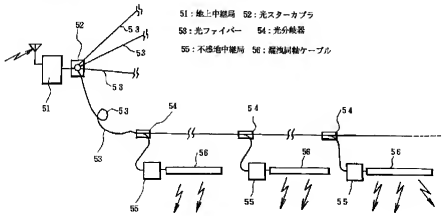
[Drawing 3]

[図 3]



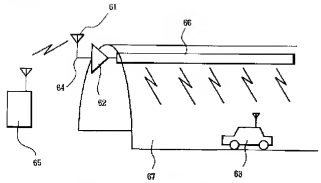
[Drawing 5]

[図 5]



[Drawing 6]

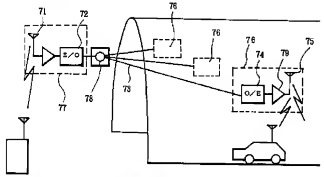
[図 6]



61：アンテナ　62：増幅器
63：移動局　64：同軸ケーブル　65：移動体通信基地局　66：漏洩同軸ケーブル
67：トンネル

[Drawing 7]

[図 7]



71：トンネル　72：アナログ光変調器
73：光ファイバー　74：アナログ光復調器　75：指向性アンテナ
76：不感地中継局　77：地上中継局　78：光スターカプラ　79：増幅器

[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-130322

(43)Date of publication of application : 16.05.1997

(51)Int.Cl. H04B 7/26

H04B 5/00

H04B 10/22

H04B 10/00

(21)Application number : 07-285869

(22)Date of filing : 02.11.1995

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

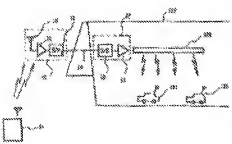
(72)Inventor : IMASHIYOU YOSHIHIRO

(54) RELAY AMPLIFICATION SYSTEM FOR VEHICULAR COMMUNICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate mutual disadvantages like that the attenuation amount of signals is large in a leakage coaxial system and the service area of a blind section can not be widened in an optical transmission system.

SOLUTION: A ground repeater station 12 is installed inside the service area of a vehicular communication base station 11 and high frequency electric signals received by a reception antenna 13 are amplified 14 and converted into optical signals by an analog optical modulator 15. A blind place repeater station 17 is installed inside a tunnel 113 and the optical signals are transmitted by an optical fiber 16. The transmitted optical signals are converted to the high frequency electric signals in an analog optical demodulator 18 and amplified 19. A leakage coaxial cable 110 laid inside the tunnel is connected to the blind place repeater station 17 and thus, radio connection with mobile stations 111 and 112 is performed.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平9－130322

(43)公開日　平成９年(1997)５月16日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	Ｆ Ｉ		技術表示箇所
Ｈ０４Ｂ　7/26			Ｈ０４Ｂ　7/26	Ａ	
5/00			5/00	Ａ	
10/22			9/00	Ａ	
10/00					

審査請求　未請求　請求項の数８　ＯＬ　（全 8 頁）

(21)出願番号　特願平7－285869

(22)出願日　平成７年(1995)11月２日

(71)出願人　000001122
国際電気株式会社
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者　今荘　義弘
東京都中野区東中野三丁目14番20号　国際電気株式会社内

(74)代理人　弁理士　秋本　正実

(54)【発明の名称】　移動体通信用中継増幅システム

(57)【要約】

【課題】　従来の漏洩同軸方式と光伝送方式の欠点、即ち、漏洩同軸方式では信号の減衰量が大きく、光伝送方式では不感区域のサービスエリアを広げることができないといった相互の欠点を補った移動体通信用中継増幅システムの提供にある。

【解決手段】　移動体通信基地局１１のサービスエリア内に地上中継局１２を設置し、受信アンテナ１３によって受信された高周波電気信号を増幅１４し、アナログ光変調器１５によって光信号に変換する。トンネル１１３内に不感地中継局１７を設置し、光ファイバ１６で光信号を伝送する。伝送された光信号はアナログ光復調器１８で高周波電気信号に変換され、増幅１９される。不感地中継局１７にはトンネル内に敷設した漏洩同軸ケーブル１１０が接続され、これにより移動局１１１，１１２との無線接続が行なえる。

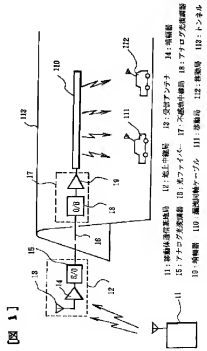


図１

1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　移動体通信基地局のサービスエリア内にありながら、前記移動体通信基地局の電波の到達しにくい不感区域に存在する移動局と前記移動体通信基地局との双方向の無線通信を行なうための中継増幅システムであって、前記移動体通信基地局からの電波の状態の良好な地点に設置され、前記移動体通信基地局との無線接続を行なう、アンテナ、送受信増幅器、及びアナログ光変復調器を有する地上中継局と、前記不感区域に設置され、前記地上中継局とアナログ光変復調された光信号を伝送する光ファイバ伝送路で接続されたアナログ光変復調器、及び送受信増幅器を有する１あるいは複数の不感区域中継局と、該不感区域中継局に接続され、該不感区域中継局と不感区域に存在する移動局との間の無線接続を行なうための漏洩同軸線路とからなることを特徴とする移動体通信用中継増幅システム。

【請求項２】　移動体通信基地局のサービスエリア内にありながら、前記移動体通信基地局の電波の到達しにくい不感区域に存在する移動局に対して前記移動体通信基地局からの単方向の無線通信を行なうための中継増幅システムであって、前記移動体通信基地局からの電波の状態の良好な地点に設置され、前記移動体通信基地局との無線接続を行なう、アンテナ、受信増幅器、及びアナログ光変調器を有する地上中継局と、前記不感区域に設置され、前記地上中継局とアナログ光変調された光信号を伝送する光ファイバ伝送路で接続されたアナログ光復調器、及び送信増幅器を有する１あるいは複数の不感区域中継局と、該不感区域中継局に接続され、該不感区域中継局と不感区域に存在する移動局の間との無線接続を行なうための漏洩同軸線路とからなることを特徴とする移動体通信用中継増幅システム。

【請求項３】　前記複数存在する不感区域中継局と地上中継局とを接続する光ファイバ伝送路は、不感区域内に分散設置させた各々の不感区域中継局に１対多光スターカプラにより分岐するスター型光伝送路であることを特徴とする請求項１または請求項２記載の移動体通信用中継増幅システム。

【請求項４】　前記複数存在する不感区域中継局と地上中継局とを接続する光ファイバ伝送路は、不感区域内に分散設置させた各々の不感区域中継局の設置場所近傍で１対２光分岐・合流器によって光分岐・合流を行う単芯多分岐型光伝送路であることを特徴とする請求項１または請求項２記載の移動体通信用中継増幅システム。

【請求項５】　前記複数存在する不感区域中継局と地上中継局とを接続する光ファイバ伝送路は、１対多光スターカプラによるスター型光伝送路と１対２光分岐・合流器による単芯多分岐型光伝送路の組み合わせであることを特徴とする請求項１または請求項２記載の移動体通信用中継増幅システム。

【請求項６】　移動体通信基地局は、携帯電話基地局であることを特徴とする請求項１記載の移動体通信用中継増幅システム。

2

【請求項７】　移動体通信基地局は、無線呼び出し基地局であることを特徴とする請求項２記載の移動体通信用中継増幅システム。

【請求項８】　移動体通信基地局のサービスエリア内にありながら、前記移動体通信基地局の電波の到達しにくい不感区域に存在する移動局と前記移動体通信基地局との双方向の無線通信を行なうための中継増幅システムであって、前記移動体通信基地局からの電波の状態の良好な地点に設置され、前記移動体通信基地局との無線接続を行なう、アンテナ、アンテナ共用器、送受信増幅器、及びアナログ光変復調器を有する地上中継局と、前記不感区域に設置され、前記地上中継局とアナログ光変復調された光信号を伝送する光ファイバ伝送路で接続されたアナログ光変復調器、送受信増幅器、及び漏洩同軸線路共用器を有する１あるいは複数の不感区域中継局と、該不感区域中継局と不感区域に存在する移動局との間の無線接続を行なうための漏洩同軸線路とからなることを特徴とする移動体通信用中継増幅システム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信用中継増幅システムに関するものであり、移動体通信に用いられる電波の到達しにくい不感区域に存在する移動局と移動体通信基地局との間の無線通信の確保を可能とする移動体通信用中継増幅システムに関する。

【０００２】

【従来の技術】自動車電話とか携帯電話システム、無線呼び出しシステムなどでは、移動体通信基地局との間を無線接続し、移動体通信基地局が上位の回線網に接続されている。自動車携帯電話を例にすれば、この移動体通信基地局は、周波数利用効率の向上の観点から、カバーエリア小数ｋｍから十数ｋｍ程度のエリアを有する。より広いサービスエリアを確保するためには、この移動体通信基地局を１単位として細胞のように多数配置したセルラー方式が用いられている。このようなシステムでは、屋外の地上等では広いエリアに亘って良好な無線通信が行えるが、移動体通信基地局のカバーエリア内にあっても、トンネル・地下街・ビル地階等では電波が到達しにくいためなんらかの補助的な手段を講じないと、これらの中に存在する移動局との無線通信が行えない。この補助的な手段として、中継ブースタと呼ばれる装置が用いられている。

【０００３】現在、中継ブースタは、大きく分けて漏洩同軸方式と光伝送方式の２種類がある。図６に漏洩同軸方式のシステム概要を示す。ここでは、トンネルへの応用を例とし、また簡単のため、移動体通信基地局から不感区域のトンネル内移動局に向かう伝送方向にのみ限定

して説明する。移動体通信基地局６５からの電波を、トンネル外の電波状況の良好な地点に設置されたアンテナ６１でとらえ、その電波を、増幅器６２によって増幅しトンネル内に設置された漏洩同軸ケーブル６６から、電波として再放射し、移動局６３との通信を確保するものである。

【０００４】本方式では、トンネル６７のように、不感区域で必要とされるサービスエリアが線上の場合に適する方式であるが、減衰量が大きい。即ち、一般に漏洩同軸ケーブル方式では、アンテナ６１と増幅器６２の間を同軸ケーブル６４で接続するが、この場合、アンテナ６１と増幅器６２の距離が離れる場合、同軸ケーブル６４の減衰が問題となる。特に、近年、移動体通信に割り当てられる周波数は、高周波化しており、例えばデジタル携帯電話では１．５ＧＨｚ帯、簡易携帯電話（ＰＨＳ）では１．９ＧＨｚ帯が用いられるようになってきている。このように高い周波数では、同軸ケーブル６４の減衰量は、さらにおおきくなる。このような状況は、例えば、大都市の地下街に導入する場合、アンテナ６１をビル屋上に設置し、そこから地下まで同軸ケーブル６４を引き回す必要があるような場合が相当する。上記の同軸ケーブル６４の減衰を避けるためには大口径の同軸ケーブルを用いなければならず、敷設工事の容易性に問題が生じる。また、漏洩同軸ケーブル自身も、敷設工事の容易性を問題として持っている。

【０００５】この漏洩同軸方式に関する公知例として特公平７－８３１５７号公報がある。これは、列車無線、無線呼び出し等の無線通信サービスに用いられたものである。

【０００６】一方、光伝送方式のシステム概要を図７に示す。この方式は、アンテナ７１でとらえた電波を、アナログ光変調器７２によって、光信号に変換し光ファイバ７３で伝送する。これをアナログ光復調器７４によって光信号から電気信号に変換し、増幅器７９で増幅し、再放射アンテナ７５によって、不感区域へ再放射するシステムである。本方式では、不感地中継局７６の再放射アンテナ７５の電波到達範囲が、法令等による高周波出力の制限等から、比較的狭くなることが多いため、複数の不感地中継局７６を設置し、これらに対して地上中継局７７の光出力を、１対多の光スターカプラ７８で分配することが多い。

【０００７】本方式では、細く、柔軟でかつ伝送距離１ｋｍ当たりの減衰量が０．５ｄＢ以下という低損失な光ファイバ７３を伝送路として用いるため、伝送距離、敷設工事容易性等の漏洩同軸方式の欠点を克服できる反面、以下に述べるような欠点も有している。すなわち、不感地中継局７６からの電波はスポット状に放射されるため、トンネル、地下道のように線上のサービスエリアを確保するためには、漏洩同軸方式の方が適することがある。また、光伝送方式としてアナログ光伝送方式を用いるため、再放射する電波の品質を確保するために、アナログ光変調器７２の光源兼変調器として用いられる半導体レーザの要求特性が厳しいため、結果的に非常に高価な半導体レーザを用いなければならない。

【０００８】光伝送方式に関しての公知例として、例えば、笹沼　ほか：「１．５ＧＨｚデジタル移動通信用トンネルブースタ」、ＮＴＴ　ＤｏＣｏＭｏテクニカル・ジャーナル、ｖｏｌ．２、Ｎｏ．２（１９９４年）がある。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、漏洩同軸方式では、地上アンテナから地下までの同軸ケーブルの長さが長くなって減衰量が増加し、大口径同軸ケーブルを用いれば敷設工事が容易でなくなる欠点がある。また、光伝送方式では、電波がスポット状に放射される欠点がある。

【００１０】本発明の目的は、前記２方式の欠点を相互に補うことができる移動体通信用中継増幅システムの提供にある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】前記の目的は、移動体通信基地局からの電波の状態の良好な地点に設置され、前記移動体通信基地局との無線接続を行なうアンテナ、送受信増幅器、及びアナログ光変復調器を有する地上中継局と、不感区域に設置され、前記地上中継局とアナログ光変復調された光信号を伝送する光ファイバ伝送路で接続されたアナログ光変復調器、及び送受信増幅器を有する１あるいは複数の不感区域中継局と、該不感区域中継局に接続され、該不感区域中継局と不感区域に存在する移動局との間の無線接続を行なう漏洩同軸線路とからなる双方向伝送を実現する移動体通信用中継増幅システムによって達成される。

【００１２】また、前記の目的は、移動体通信基地局からの電波の状態の良好な地点に設置され、前記移動体通信基地局との無線接続を行なうアンテナ、受信増幅器、及びアナログ光変調器を有する地上中継局と、不感区域に設置され、前記地上中継局とアナログ光変調された光信号を伝送する光ファイバ伝送路で接続されたアナログ光復調器、及び送信増幅器を有する１あるいは複数の不感区域中継局と、該不感区域中継局に接続され、該不感区域中継局と不感区域に存在する移動局との間の無線接続を行なう漏洩同軸線路とからなる単方向伝送を実現する移動体通信用中継増幅システムによって達成される。

【００１３】前記の手段によると、単方向伝送の場合は、移動体通信基地局からの電波状況の良好な地点に設置された地上中継局によって損失のない電波の受信が行なわれる。アンテナに受信された高周波電気信号は増幅器で増幅されアナログ光変調器によって光信号に変調される。得られた光信号は光ファイバで減衰なく不感区域中継局まで伝送される。不感区域中継局は伝送された光

信号をアナログ光復調器で高周波電気信号に復調し、増幅器で増幅して不感区域に敷設した漏洩同軸線路に送出し、その線路に沿ったエリアの移動局との無線接続を実現する。

【００１４】また移動体通信基地局と移動局との間で双方向の伝送を行なう場合は、前記の単方向伝送に加えて、不感区域の移動局から出される電波を漏洩同軸線路で受信し、受信高周波電気信号を不感区域中継局で増幅し、アナログ光変調器で光信号に変調する。その光信号は光ファイバで地上中継局まで伝送され、地上中継局のアナログ光復調器で高周波電気信号に復調される。復調された高周波電気信号は増幅器で増幅された後、アンテナによって移動体通信基地局と無線接続され、これにより双方向伝送が実現する。

【００１５】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図１は、本発明の基本的構成を示した説明図である。本説明図では、移動体通信基地局１１のサービスエリア内に存在する不感区域としてトンネル１１３内を想定している。地上中継局１２は、トンネル外の電波状況の良好な地点に設置され、受信アンテナ１３によって移動体通信基地局１１からの電波を高周波電気信号に変換する。その電気信号を増幅器１４によってアナログ光変調に適した電力に増幅し、それをアナログ光変調器１５によってアナログ光信号に変換する。

【００１６】アナログ光変調の変調方式としては、半導体レーザの直接強度変調方式が一般に用いられる。通常、移動体通信基地局の発射する電波は、周波数の異なる電波を複数発射しており、これを一括してアナログ光変調を行う、副搬送波多重アナログ光伝送方式を用いる。

【００１７】このアナログ光復調器１５で得られた光信号を光ファイバ１６で伝送し不感地中継局１７内のアナログ光復調器１８で高周波電気信号に変換し、再送信増幅器１９によって増幅した後、漏洩同軸ケーブル１１０に送出し、移動局１１１、１１２等との無線接続を実現する。本例は、移動体通信基地局から、移動局への単方向の伝送を示したものである。

【００１８】図２に、携帯電話など移動体通信基地局２００と移動局２１３、２１４との間で双方向の伝送を行う必要がある場合のシステム構成の例を示す。地上中継局２０１は、送受信アンテナ２１、受信高周波信号増幅器２２、アナログ光変調器２３、アナログ光復調器２４、対移動体通信基地局送信増幅器２５、アンテナ共用器２６で構成される。地上中継局２０１のアナログ光変調器２３は、光ファイバ２７によって、不感地中継局２０２のアナログ光復調器２８と、また地上中継局２０１のアナログ光復調器２４は、光ファイバ２９によって不感地中継局２０２のアナログ光変調器２１０と相互に接続されている。

【００１９】不感地中継局２０２は、アナログ光復調器２８、アナログ光変調器２１０のほか、アナログ光復調器２８によって光信号から復調された高周波電気信号を漏洩同軸ケーブル２１１に送出する増幅器２１２と、漏洩同軸ケーブル２１１によって伝送された移動局２１３、２１４等からの高周波電気信号を増幅しアナログ光変調器２１０へ送出する増幅器２１６、漏洩同軸ケーブル２１１を送受信同時に用いるための共用器２１５からなる。

【００２０】なお、以上の２例は、本発明の基本的概念を述べたものであり、本発明を構成する基本的な構成を説明するのに必要な最小限の要素のみを示している。例えば、地上中継局のアンテナで捕らえられた目的外の電波の不感区域への放射を回避するために、帯域フィルタ等が必要に応じて挿入される場合があることは言うまでもない。

【００２１】つぎに、不感地中継局が複数存在する場合の、システムの構成法について、図３により説明する。なお図３は、煩雑さを避けるために図１で述べた単方向伝送型で、不感地中継局が複数存在する場合に限定して説明する。

【００２２】図３は、地下街が十字状に交差する場合を念頭に、交差点から４方向に漏洩同軸ケーブルを設置する場合の例であり、４つの漏洩同軸ケーブル３０１、３０２、３０３、３０４それぞれに、不感地中継局３１、３２、３３、３４が接続されている。中継増幅システムの場合、移動体通信基地局の放射する電波を各不感地中継局に分配すればよいため、地上中継局３５からの光出力を１対４光スターカプラ３６で分配する構成である。これは、不感区域がある程度面状に広がる場合に有効な構成方法である。光スターカプラ３６の分配数は、必要とされる不感地中継局の数に応じたものとすることは言うまでもない。

【００２３】図４は、非常に長いトンネルなど、線状のサービスエリアが必要であり、１本の漏洩同軸ケーブルでは減衰によってエリアをカバーできないような場合を念頭にした例を示す。地上中継局４１から１本の光ファイバ４９を敷設し、この光ファイバから、光分岐器４２、４３、４４等によって、複数の分散設置させた不感地中継局４５、４６、４７等へ、その近傍で光信号を分岐する単芯多分岐型光伝送路によってシステムを構成したものである。移動体通信用アナログ光ファイバ伝送の伝送路構成として単芯多分岐型光伝送路を用いるための、光分岐器の光分岐比の設定方法等に関しては、例えば、垂澤　他　「自動波長オフセット制御を適用した移動通信用単芯多分岐型光ファイバリンク」、電子情報通信学会技術研究報告　ＲＣＳ９４－７０（１９９４年９月）に説明されている通り、単芯多分岐光ファイバリンクは、上り回線と下り回線をそれぞれ１本の光ファイバを使用し、基地局（不感地中継局）を従属接続する。下

り回線は、下り信号をレーザダイオード（ＬＤ）を用いて光強度変換信号に変換し、それを下り用光ファイバで伝送する。各不感地中継局は、光カプラで、この光強度変調信号を分波してフオットダイオード（ＰＤ）でもとの下り信号に復調する。

【００２４】上り回線は、各不感地中継局で、無線信号をＬＤで光強度変調信号に変換し、この光信号を、光カプラで上り用光ファイバに結合する。この上り用の光ファイバ上の信号は、各不感地中継局からの光強度変調信号の合成信号となり、この信号を制御局（地上中継局）側のＰＤで一括復調する。

【００２５】下り回線の特性は、各不感地中継局のＰＤで復調した無線信号レベルを等しくするために、各不感地中継局の光カプラの結合係数は、ＰＤ受光レベルを等しくするように決定する。光ファイバの損失をK_Lとすると、各不感地中継局における受光レベルP_rを等しくするために、ｉ番目の不感地中継局の光カプラの結合係数K_iは数１となる。

【００２６】

【数１】

$$K_i = \frac{K_L^{i-2}}{\sum_{i=1}^{i-2} K_L^i + 2}$$

【００２７】ただし、ｉは３以上。地上中継局に最も近い光カプラの結合係数K_Nは数２となる。

【００２８】

【数２】

$$K_N = \frac{K_L^{N-2}}{\sum_{i=1}^{N-2} K_L^i + 2}$$

【００２９】また地上中継局ＬＤの発光レベルをP_sとすると、不感地中継局における受光レベルP_rは数３となる。

【００３０】

【数３】

$$P_r = \frac{K_L^{N-1}}{\sum_{i=1}^{N-2} K_L^i + 2} \cdot P_s$$

【００３１】また、上り回線における光カプラの結合係数は、地上中継局側での受光レベルは下り回線と同様に設計できる。

【００３２】図５は、光ファイバ伝送路の構成を光スターカプラによるスター型と、光分岐器による単芯多分岐型とを組み合わせて構成した例である。地上中継局５１の光出力を光スターカプラ５２によって、光ファイバ５３に分配し、各光ファイバにおいて光分岐器５４によって光信号を分岐し、不感地中継局５５に光信号を伝送し、漏洩同軸ケーブル５６から電波の放射を行うものである。

【００３３】なお、各不感地中継局からの光信号を合流して１本の光ファイバに伝送するには光合流器が用いられる。

【００３４】

【発明の効果】本発明によれば、漏洩同軸方式と光伝送方式の相互の欠点を補ない、信号の減衰が少なく、不感区域のサービスエリアを容易に広げることができる移動体通信用中継増幅システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態の単方向伝送のシステム構成図である。

【図２】本発明の他の実施形態の双方向伝送のシステム構成図である。

【図３】本発明の他の実施形態の光伝送路としてスター型伝送路を用いた構成図である。

【図４】本発明の他の実施形態の光伝送路として単芯多分岐型光伝送路を用いた構成図である。

【図５】本発明の他の実施形態の光伝送路としてスター型と単芯多分岐型を組み合わせた光伝送路を用いた構成図である。

【図６】従来技術の漏洩同軸方式の概念図である。

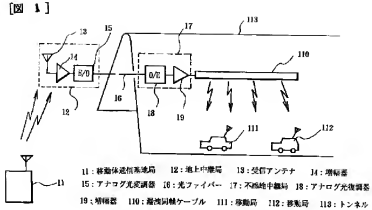
【図７】従来技術の光伝送方式の概念図である。

【符号の説明】

１１…移動体通信基地局、１２…地上中継局、１３…受信アンテナ、１４…増幅器、１５…アナログ光変調器、１６…光ファイバ、１７…不感地中継局、１８…アナログ光復調器、１９…増幅器、１１０…漏洩同軸ケーブル、１１１，１１２…移動局、１１３…トンネル、２００…移動体通信基地局、２０１…地上中継局、２１…アンテナ、２２，２５，２１２，２１６…増幅器、２３，２１０…アナログ光変調器、２４，２８…アナログ光復調器、２６，２１５…共用器、２１１…漏洩同軸ケーブル、２１３，２１４…移動局、３１，３２，３３，３４…不感地中継局、３０１，３０２，３０３，３０４…漏洩同軸ケーブル、３５…地上中継局、３６…光スターカプラ、３７…光ファイバ、４１…地上中継局、４２，４３，４４…光分岐器、４５，４６，４７…不感地中継局、４８…漏洩同軸ケーブル、４９…光ファイバ、５１…地上中継局、５２…光スターカプラ、５３…光ファイバ、５４…光分岐器、５５…不感地中継局、５６…漏洩同軸ケーブル。

【図１】

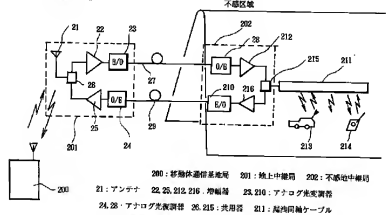
[図 1]



11：移動体通信基地局　12：地上中継局　13：受信アンテナ　14：増幅器
15：アナログ光変調器　16：光ファイバー　17：不感地中線局　18：アナログ光復調器
19：増幅器　110：漏洩同軸ケーブル　111：移動局　112：移動局　113：トンネル

【図２】

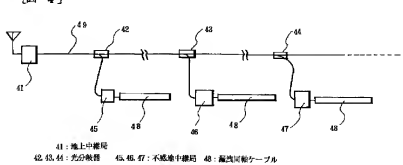
[図 2]



200：移動体通信基地局　201：地上中継局　202：不感地中線局
21：アンテナ　22, 25, 212, 216：増幅器　23, 210：アナログ光変調器
24, 28：アナログ光復調器　26, 215：共用器　211：漏洩同軸ケーブル
213, 214：移動局

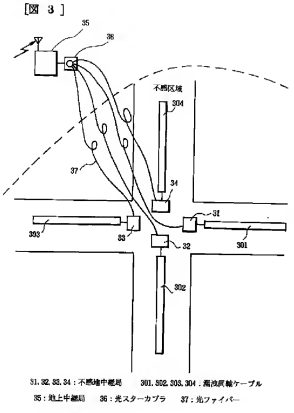
【図４】

[図 4]

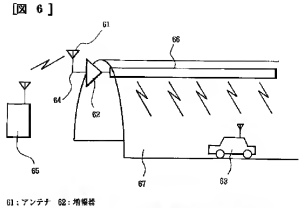


41：地上中継局
42, 43, 44：光分岐器　45, 46, 47：不感地中線局　48：漏洩同軸ケーブル
49：光ファイバー

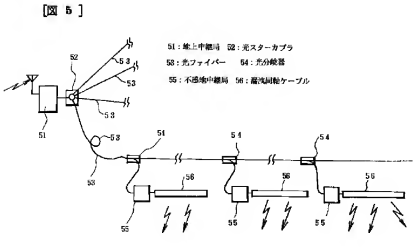
【図３】


[図 3]
35
36
不感区域
304
37
34
31
303
33
32
301
302
31, 32, 33, 34：不感地中継局　301, 302, 303, 304：漏洩同軸ケーブル
35：地上中継局　36：光スターカプラ　37：光ファイバー

【図６】

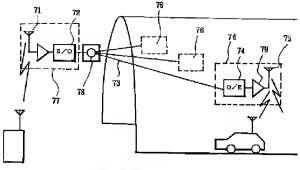

[図 6]
61
66
64
62
65
67
63
61：アンテナ　62：増幅器
63：移動局　64：同軸ケーブル　65：移動体通信基地局　66：漏洩同軸ケーブル
67：トンネル

【図５】


[図 5]
51：地上中継局　52：光スターカプラ
53：光ファイバー　54：光分岐器
55：不感地中継局　56：漏洩同軸ケーブル
52
53
53
51
53
54
54
54
56
56
56
55
55
55

【図７】

[図 7]



71：トンネル　72：アナログ光変調器
73：光ファイバー　74：アナログ光復調器　75：可放射アンテナ
76：不感地中増幅　77：地上中継局　78：光スターカプラ　79：増幅器